

## **REMARKS**

### **Specification**

The specification has been amended to remove a typographical error, which was discovered in formula [1] on page 10 of the present specification. The numerator: " $(n_a+2)^{2n}$ " in the formula has been replaced with " $-(n_a^2+2)^2$ "-- as seen in formula 2.18 in the attached reference "KOKOMADE KITA TOMEIJUSHI". Applicants consider that this is an obvious error to one of ordinary skill in the art considering from Lorentz-Lorenz's formula is familiar in the art.

### **Status of the Claims**

Claims 1-4 and 6-26 are now present in this application. Claims 1 and 25 are independent.

Claims 25 and 26 have been withdrawn from consideration as being drawn to nonelected subject matter.

Claim 5 has been canceled without prejudice.

Claims 1 and 25 have been amended to recite the subject matter of canceled claim 5. Claims 16, 22, 23 and 26 have been amended for clarity.

No new matter has been added to the claims or the specification. Reconsideration of this application, as amended, is respectfully requested.

### **Interview**

Applicants note with appreciation that the Examiner conducted an Interview with Applicants' representative, Garth M. Dahlen, Ph.D. on October 20, 2010. Examiner Hon was very helpful in clarifying the outstanding issues.

### **Issues Under 35 U.S.C. §112, first paragraph**

Claim 24 is rejected under 35 U.S.C. § 112, first paragraph, for lacking written description. Applicants respectfully traverse the rejection.

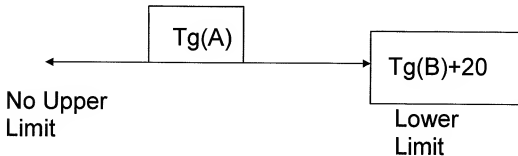
The Examiner has taken the position that the following formula is new matter to the disclosure:

$Tg(B)+30>Tg(A)>Tg(B)+20$

Specifically, the Examiner objects to the newly added upper limit of this range which is as follows:

$Tg(B)+30>Tg(A)$

In response, Applicants respectfully submit that there is sufficient written description support in the present specification for this feature. First, the Examiner's attention is directed to the fact that the following broad range  $Tg(A)>Tg(B)+20$  can be found in claim 3. This range includes a lower limit but not an upper limit for  $Tg(A)$  as follows:



The newly added upper limit  $Tg(B)+30>Tg(A)$  can be found in Example 2 of Table 2 of the present specification, wherein the  $Tg(B)$  is 30°C higher than  $Tg(A)$ . This new range is depicted in the following:



As such, no new matter has been added. Reconsideration and withdrawal of the rejection are respectfully requested.

**Prior Art Based Issues**

The following rejections are pending:

(A) Claims 1, 4, 10-11, 15, 17-19 are rejected under 35 U.S.C. 102(b) as being anticipated by Sakamoto (US 2003/0125503), as evidenced by Arakawa (US 2002/0060762).

(B) Claims 1-2, 4, 7-9, 14-15, 17-18 are rejected under 35 U.S.C. 102(b) as being anticipated by Ichikawa (US 4,985,285), as evidenced by Arakawa (US 2002/0060762).

(C) Claims 3, 6, 13, 21 are rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Ichikawa, as evidenced by Arakawa, as applied to claims 1-2, 4, 7-9, 14-15, 17-18 above, and further in view of Murooka (JPO Website Machine English Translation of JP 2000-141567).

(D) Claims 10-12 are rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Ichikawa, as evidenced by Arakawa, as applied to claims 1-2, 4, 7-9, 14-15, 17-18 above, and further in view of Sakamoto (US 2003/0125503) and Miyaki, WO03/033454 (US 6,846,890 is the US equivalent and is used as the English Translation here).

(E) Claim 16 is rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Ichikawa, as evidenced by Arakawa, as applied to claims 1-2, 4, 7-9, 14-15, 17-18 above, and further in view of Arakawa 912 (English Abstract, JP 2003-090912).

(F) Claim 19 is rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Ichikawa, as evidenced by Arakawa, as applied to claims 1-2, 4, 7-9, 14-15, 17-18 above.

(G) Claim 20 is rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Ichikawa, as evidenced by Arakawa, as applied to claims 1-2, 4, 7-9, 14-15, 17-18 above, and further in view of Arakawa (US 2002/0060762).

Applicants respectfully traverse Rejections (A)-(G). As noted by the Examiner, claim 5 is not included in any of Rejections (A)-(G). In view of the amendment to claim 1, incorporating claim 5 therein, Rejections (A)-(G) have been rendered **moot**.

#### **Request for Rejoinder of Claims 25 and 26**

Claims 25 and 26 have been withdrawn from consideration as being drawn to nonelected subject matter. Claims 25 and 26 are drawn to a process of producing the optical laminate (optical laminate C). Since the process claims 25 and 26 incorporate all of the features of present claim 1, rejoinder of claims 25 and 26 is respectfully requested under the provisions set forth in MPEP 821.04(b).

#### **Conclusion**

All of the stated grounds of rejection have been properly traversed, accommodated, or rendered moot. Applicants therefore respectfully request that the Examiner reconsider all presently outstanding rejections and that they be withdrawn. It is believed that a full and complete response has been made to the outstanding Office Action, and as such, the present application is in condition for allowance.

In view of the above amendment, Applicant believes the pending application is in condition for allowance.

Should there be any outstanding matters that need to be resolved in the present application, the Examiner is respectfully requested to contact Garth M. Dahlen, PhD, Registration No. 43,575 at the telephone number of the undersigned below to conduct an interview in an effort to expedite prosecution in connection with the present application.

If necessary, the Director is hereby authorized in this, concurrent, and future replies to charge any fees required during the pendency of the above-identified application or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448.

Dated: November 22, 2010

Respectfully submitted,

By 

Garth M. Dahlen, PhD  
Registration No.: 43575  
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP  
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East  
P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
703-205-8000

**Attachment:** "KOKOMADE KITA TOMELJUSHI", pages 27 to 29, and 44 to 45 (list of cited references) and the colophon of Ide and English language translations of relevant portions thereof.

## (Update of Transparent Resins at the Present Stage)

For example, in case of benzene ring, the polarizability in the direction parallel to chain of the chemical bond is  $123.1 \times 10^{-26} \text{cm}^3$  and  $63.5 \times 10^{-26} \text{cm}^3$  per molecule in the perpendicular direction and thus the difference in the polarizabilities is large. Therefore, PS and PC which have benzene rings in a molecule are typical polymers which easily exhibits birefringence. Intrinsic birefringences of various polymers are shown in Table 2.12. As seen in the table, PMMA exhibits the lowest birefringence value among plastic materials.

Table 2.12 Intrinsic Birefringence Values of Various Polymers

Polymer	Intrinsic Birefringence Value
Polystyrene	-0.10
Polyphenyleneether	0.21
Polycarbonate	0.106
Polyvinyl chloride	0.027
Polymethylmethacrylate	-0.0043
Polyethyleneterephthalate	0.105
Polyethylene	0.044

---

18): W. Kuhn et al.: Kolloid Z. 101, 148 (1942)

19): Toshitaka Kanai, Yasuo Shibata: SEIKEI KAKOU 2 (1), 2 (1990)

(Listed on pages 45)

初版第1刷発行  
初版第2刷発行

KOKOMADE KITA TOMETJUSHI

THE BOOKS 1622

Author: Fumio Ide

**Publisher:** Yukio (or Sachio) Shimura

Publishing Company: Kogyo Chosakai Publishing Co., Ltd.

2-14-17 Hongo, Bunkyo-ku, 113-8466 Tokyo

ここまできた透明樹脂

(新編) 新編 新編

雄雄舍  
艾幸奎  
手村業工  
井志經鉅

PL3-866  
東京市文京区本郷 2-14-7

T B L (03) 3317-4736  
R A Y (03) 3317-4700

P. 202 (003) 0017-4769  
 tel. 95 00180-1-12325X  
<http://www.inec.org.mx>

中央印刷株式會社

子代和親代。上層

© Fuzao IDE, 2001 Printed in Japan

ISBN 4-7693-4145-8 C9058

『R』＜日本経済出版センター＞発行 自由出版

本書の全部または一部を無断で複製複製（コピー）することは、著作権法上での著作権を侵害し、禁じられています。本書からの複製を希望される場合は、日本複製権センター（電話 03-641-2302）にご連絡ください。

日本造幣館館長協會會員・自然科學協會會員・工業團體會員

#### (4) 高屈折率化、環境依存性の低減化

##### 高屈折率化

高屈折率は、産業用、民生用を問わず、レンズ用材料に重要な特性の1つである。ところが表2.9から明らかなように、レンズ用樹脂の代表的なPMMAは1.49であり、無機ガラスの1.9以上に比してかなり低い。

したがって、構造的には、分子中に分極率の高い基を導入することによって高屈折率化が図られる。その代表的なのは、前に示したようにベンゼン環、塩素、臭素、硫黄などである。しかし臭素や塩素、硫黄などを含有するポリマー系は、射出成形で製品化される場合、その成形段階で高温処理に伴う着色・劣化が起こるので、使用が制限される。そのために成形用材料ではベンゼン環の導入が主体をなす。

とくにPMMAの場合、MMAとの共重合性からベンゼン環を持つメタクリレートが重要視される。表2.9にみられるように屈折率が1.57と高いポリフェニルメタクリレート（モノマーの屈折率1.52）などがその対象になる。しかし高屈折率を中心とした他の特性とのバランスが重要なので、PMMAの高屈折率は1.55前後が限界である。

一方メガネ用レンズ（矯正用）は、その重合賦型が“柱型重合法”で行われる。この方式は高温の射出成形法と異なり、100℃以下で重合・硬化するために熱履歴が少なく、分極率の高い臭素、硫黄そしてベンゼン環などが幅広く利用できる。それだけに高屈折率化を意図した研究が活発であり、多彩な高屈折率材料が開発され、その最高値は1.7以上に達している。その詳細は第8章で述べている。

##### 環境依存性の低減

屈折率は温度・湿度などの環境因子によって変動する。その変動幅を小さくすることは、材料の信頼性を高めるうえできわめて重要である。そのために耐熱性に優れ、吸水率の低い樹脂が求められる。既存の材料であるPMMAは、さらなる耐熱性の向上、吸水率の低減を目指して改質が行われている。光ディスク用に開発された一連の超高屈折率オレフィン系樹脂は、高い耐熱性と低吸水性を兼ね備えているので、それだけに屈折率の環境依存性が少なく、実用範囲が広がる。

#### 2.4 複屈折性

*Translating*

光学特性の中で、屈折率とともに重要なのは複屈折である。一般に屈折率が方向によって異なる材料の場合、光が入射すると、X軸に偏波面を持つ光と、Y軸に偏波面をもつ光に分かれる。この現象が複屈折である。

ところで光の速度は  $c/n$  ( $n$ : 屈折率,  $c$ : 真空中の光の速度, 約30万 km/sec) で表わされるので、その速度は媒体(材料)の屈折率で変化する。そのためにお互いに垂直な振動方向を持つこの2つの光はその速度が異なり、結像点がずれて結像性能が低下する。したがって、高い複屈折を示す材料を光学レンズに用いると、鮮明な像が得られない。

##### (1) 複屈折と分子構造

光は高周波の電磁波なので、光がポリマー分子にあたると、分子中に電子の偏りを生ずる。この電子分極によりポリマーに複屈折が発生する。

*Translate*






複屈折と電子の偏りの度合を示す分極率との関係は、ローレンツ・ローレンツの式に基づいて、式(2.18)で表わされる<sup>10)</sup>。

$$\Delta n = n_1 - n_2 = \frac{2\pi}{9} \frac{\rho N_A}{M} \frac{(n^2 + 2)^2}{n} (a_1 - a_2) \quad (2.18)$$

ここで、 $\Delta n$ : 複屈折,  $n$ : 電場スベクトルが主軸方向に平行であるときに測定された屈折率,  $n_2$ : 垂直方向で得られた屈折率,  $a_1$ : 分子鎖と平行な分極率,  $a_2$ : 分子鎖と垂直な分極率,  $N_A$ : アボガドロ数。

この光学的な異方性を表わす固有の複屈折は、式(2.18)から明かなように構造単位に分極率差に比例する。表2.11に各種化学結合

表 2.11 各種化学結合の分極率異方性

化学結合	主分極率/ $\times 10^{-24}$		
	$a_1$	$a_2$	$\alpha_2$
C-C	9.7	2.6	—
C-H	8.2	6.0	—
C=C (共轭性)	22.5	4.8	—
C=C (芳香性)	39.0	10.7	—
C (芳香性)-C (脂肪性)	14.6	3.0	—
C=O	20.0	10.0	—
C-O	14.6	1.7	—
O-H	4.8	8.0	—
C-N	13.8	2.2	—
	123.1	63.5	123.1
	156.4	74.8	136.5
	189.7	86.1	159.1

$a_1$ : 化学結合面に平行方向の分極率

$a_2$ : 垂直方向の分極率

$\alpha_2$ : ベンゼン環に垂直方向の分極率

表 2.12 各種ポリマーの固有の複屈折値

ポリマー	固有複屈折値
ポリスチレン	-0.10
ポリフェニレンエーテル	0.21
ポリカーボネート	0.106
ポリ塩化ビニル	0.027
ポリメチルメタクリレート	-0.0043
ポリエチレンテトラフレート	0.105
ポリエチレン	0.044

Translating the text from the image into a structured format, I will use appropriate HTML tags for chemical structures and mathematical symbols. The text is in Japanese and discusses optical properties of polymers, specifically birefringence and polarizability anisotropy.

The first part of the text (lines 1-10) discusses the relationship between birefringence and polarizability anisotropy, citing the Lorentz-Lorentz equation (2.18). It defines terms like  $\Delta n$  (birefringence),  $n$  (refractive index),  $\rho$  (density),  $N_A$  (Avogadro's number),  $M$  (molecular weight), and  $a_1, a_2$  (polarizability components).

The second part (lines 11-15) mentions that the optical anisotropy is proportional to the difference in polarizability of the structural units, and refers to Table 2.11 for various chemical bonds.

Table 2.11 (lines 16-25) lists the polarizability anisotropy for various chemical bonds. The table has columns for the chemical bond, the main polarizability components ( $a_1, a_2$ ), and the difference ( $\alpha_2$ ). The units are in units of  $10^{-24}$ .

The third part (lines 26-30) discusses the intrinsic birefringence of various polymers, referring to Table 2.12.

Table 2.12 (lines 31-38) lists the intrinsic birefringence values for various polymers.

The final part (lines 39-45) discusses the relationship between birefringence and the chemical structure of the polymer, specifically mentioning the orientation of the chemical bonds and the resulting anisotropy.

### (3) コンタクトレンズ (CL)

高齢者になると、近視と遠視の機能に欠ける場合が多いので、その両方の機能をあわせもつ多焦点タイプのレンズが重要になる。そのため2つの異なる曲面（焦点深度）を有するレンズを用いて老視矯正が作製される。

ところが屈折率分布をもつGI型レンズを用いると、単一曲面で遠近を見ることが可能になる<sup>99)</sup>。たとえば小池らは、中心部の屈折率は1.500、周辺部は1.492 k<sub>r</sub>の屈折率分布を持つプラスチック系レンズ電極を用い、レンズの中心部には、より近いものがはつきり見えるような発散特性のある屈折率分布を、周辺部では、より遠くが見えるような発散特性のある屈折率分布を持つCLを作り出している。

一般に近方視と遠方視においての屈折力（焦点距離の逆数）の差は、 $2/D$  あればよいと言われているが、その値を満たした光学特性が得られている。ちなみに  $D$  (ディオプター) は焦点距離をメートル単位で表わしたときの屈折力で、 $1/D$  のレンズは焦点距離が1mの凸レンズ、 $-1/D$  は凹レンズを意味する。

### (4) 人工水晶体

人工水晶体はPMMAを主成分とするレンズが多く使用されている。しかし屈折率分布を有していないために取差が大きくなり、視野が狭い。これらの欠点を改良するにはレンズに屈折率分布をもたせたレンズが開発されている<sup>100)</sup>。

#### 参考文献

- 1) 森川清太郎：日刊工業新聞 (96/7/16)
- 2) 竹野山房ら：Polym Prep Jap, 40, No. 4, 1220 (1991)

- 3) A. Einstein: Ann Phys, 31, 1275 (1910)
- 4) T. Kakezawa et al.: J Appl Polym Sci, 44, 1835 (1992)
- 5) 中西寛：プラスチックエージ, 100 (Feb, 1995)
- 6) 上田昌哉：第5回材料フォーラム, p. 33 (1996)
- 7) 近藤文雄：「レンズ設計の技法」, 光学工業技術協会
- 8) A. I. Vogel: J Chem Soc, 1833 (1948)
- 9) 横野裕ら：日本大学理工学研究所周報, p. 29 (1995)
- 10) 河合宏政ら：機能材料, 5 (1988, 10)
- 11) 小倉：写真工業, 40 (7), 99 (1982)
- 12) 村中昌幸：第24回プラスチック工業技術研究会誌要録第10-3 (97/7/11)
- 13) 藤原弘信：プラスチックス, 43, 95 (1992)
- 14) 松原正洋：工業材料, 35, 35 (1987)
- 15) 日本化学会編：化学便覧 基礎編II, p. 1260, 丸善 (1979)
- 16) 北村誠：芳香族系：フラインケミカル, p. 5 (1985, 8)
- 17) 徳川勝好：日化通商月報, 8 (1994, 2)
- 18) W. Kuhn et al.: Kolloid Z, 161, 248 (1992)
- 19) 金井俊孝：紫田商機：成影加工, 2 (1), 2 (1990)
- 20) Dettenreit: Makromol Chem, 177, 1185 (1976)
- 21) 反井通：神戸商機：化学と工業, 47, 709 (1985)
- 22) 香川恵一ら：高分子学会プラスチック材料工学研究会誌, p. 13 (1997)
- 23) 寺尾正久：金属プレス, 22 (1992, 9)
- 24) 田村徹ら：工業材料, 32, No. 11, 107 (1984)
- 25) 菅根隆：光学技術コンタクト, 47, 31 (1979)
- 26) 渡藤昭：高分子, 27, 108 (1978)
- 27) 荒川興二：プラスチックエージ, 100 (Mar, 1994)
- 28) 柳村俊和ら：合成樹脂, 37, No. 6, 41 (1991)
- 29) 小池隆徳：光学, 20, 80 (1991, 2)
- 30) 井上隆：青磁玉：Polym Prep Jap, 35, 950 (1986)
- 31) 徳田昭昭 61-108617
- 32) 井手文雄：プラスチックエージ, 161 (Jan, 1999)
- 33) 大塚保治、小池隆徳：機能学会誌, 37, T-439 (1981), 小池隆徳ら：機能学会誌 ボンワムン特報, B-39 (1989)
- 34) 小池隆徳ら：高分子学会特報, 35, 555 (1989)
- 35) 特開昭 61-259654, 特開昭 62-139501

複屈折と電子の偏りの程度を示す分極率との関係は、ローレンツ・ローレンツの式に基づいて、式(2.18)で表わされる<sup>10)</sup>。

$$\Delta n = n_1 - n_2 = \frac{2\pi}{9} \frac{A_{12}}{M} \frac{(n_1^2 + 2)^2}{n_1} (\alpha_1 - \alpha_2) \quad (2.18)$$

ここで、 $\Delta n$ : 複屈折,  $n_1$ : 電場スベクトルが主軸方向に平行であるときに実現された屈折率,  $n_2$ : 垂直方向で得られた屈折率,  $\alpha_1$ : 分子鎖と平行な分極率,  $\alpha_2$ : 分子鎖と垂直な分極率,  $A_{12}$ : アボガドロ数。

この光学的な異方性を表わす固有の複屈折は、式(2.18)から明らかに光学的な異方性を表わす固有の分極率率に比例する。表2.11に各種化学結合

表 2.11 各種化学結合の分極率異方性

化学結合	主分極率/ $10^{-36}$		
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha$
D-C	9.7	2.6	—
C-H	8.2	6.8	—
C=C (芳香族)	22.5	4.8	—
C=C (脂肪族)	29.0	10.7	—
C(芳香族)-C(脂肪族)	14.0	3.0	—
C=O	20.0	12.0	—
C-O	14.6	1.7	—
O-H	4.8	8.0	—
C-N	13.9	2.2	—
	123.1	63.5	123.1
	158.4	74.8	136.6
	182.7	86.1	150.1

$\alpha$ : 化学結合に垂直な方向の分極率

$\alpha_1$ : 主軸方向の分極率

$\alpha_2$ : ベンゼン環に垂直な方向の分極率

表 2.12 各種ポリマーの固有複屈折値

ポリマー	固有複屈折値
ポリスチレン	-0.19
ポリフェニレンスエーテル	0.21
ポリカーボネート	0.169
ポリ塩化ビニル	0.127
ポリメタクリレート	-0.033
ポリエチレンテトラフラート	0.105
ポリエチレン	0.044

の分極率異方性を示す<sup>11)</sup>。

たとえベンゼン環の場合、1分子当たりの化学結合部に平行の分極率は  $123.1 \times 10^{-36} \text{ cm}^2$ 、垂直方向では  $63.5 \times 10^{-36} \text{ cm}^2$  であるので、分極率の差が大きい。したがってベンゼン環を分子中にもつPS、PCなどは、複屈折をおこしやすい典型例なポリマーである。

表2.12に各種ポリマーの固有複屈折率を表わしたが、プラスチック材料の中でPMMAが最も低い複屈折値を示す。

### (2) 複屈折と成形加工

非晶ポリマーは、その構造自体が複屈折（固有複屈折率）をもっているが、バルク状態では複屈折を示さない、それは構造単位がランダムに配列しているために、お互いに打ち消し合い、マクロ的には電気的に中性である。

ところで、プラスチック材料は、一般に成形・加工を通して製品化されるので、この成型の段階で複屈折が現われる。

それは“内部複屈折”と“応力複屈折”といわれる2つのタイプがある。前者は成形加工のときに発生するせん断力により、流動方

Partially translated

2001年3月1日 初版第1刷発行  
2002年6月14日 初版第2刷発行

THE BOOKS 162  
OF 7422

ここまできた遊動植物

(名前はカバネに  
添添してあります)

著 多 井 志 子 氏 雄 雄  
発行各 経 工 業 調 査 会  
書行所

TEL (03) 547-0100 (03) 547-0101  
(03) 547-0102  
FAX (03) 547-4763

TEL (03) 547-2223  
FAX (03) 547-2224

TEL (03) 547-2225  
FAX (03) 547-2226

TEL (03) 547-2227  
FAX (03) 547-2228

TEL (03) 547-2229  
FAX (03) 547-2230

TEL (03) 547-2231  
FAX (03) 547-2232

TEL (03) 547-2233  
FAX (03) 547-2234

TEL (03) 547-2235  
FAX (03) 547-2236

TEL (03) 547-2237  
FAX (03) 547-2238

TEL (03) 547-2239  
FAX (03) 547-2240

TEL (03) 547-2241  
FAX (03) 547-2242

TEL (03) 547-2243  
FAX (03) 547-2244

TEL (03) 547-2245  
FAX (03) 547-2246

© Fundo Ltd. 2001 Printed in Japan

ISBN4-7633-4145-3 C3033

国く日本遊動植物センター・遊動植物センター

本書の志願者は一部を短所で短所(コピー)することは、遊動植物法上の関係を除き、禁止されています。本誌からの複製を希望される場合は、日本遊動植物センター(電話 03-3401-2233)にご連絡ください。

日本遊動植物学会・自然科学普及会・工学部会

## 2.4 Birefringence Property

(Abbreviated)

## (1) Birefringence and Molecular Structure

Since light is an electromagnetic wave, there occurs a bias of electron in a molecule when a light is transmitted to a polymer molecule. Birefringence occurs in the polymer due to the electron polarization.

Relation of the birefringence with the polarization which exhibits degree of the bias of electrons is expressed by formula (2.18) based on the Lorentz-Lorenz's formula<sup>18)</sup>:




$$\Delta n = n_1 - n_2 = (2\pi/9) \left( \rho N_0 / M \right) \{ (n^2 + 2)^2 / n \} (\alpha_1 - \alpha_2) \quad (2.18)$$

, wherein  $\Delta n$  represents birefringence,  $n_1$  represents a refractive index measured when the electric field spectrum is parallel with the direction of the main chain,  $n_2$  represents a refractive index obtained at perpendicular direction,  $\alpha_1$  represents a polarizability in the direction parallel to the molecular chain,  $\alpha_2$  represents a polarizability in a direction perpendicular to the molecular chain, and  $N_0$  represents the Avogadro Number.

This intrinsic birefringence which exhibits optical anisotropy is proportional to the difference in the polarizability of the structural unit as clear from formula (2.18). Anisotropies of polarizability of various chemical bonds are shown in Table 2.11<sup>19)</sup>.

Table 2.11 Anisotropies of polarizability of various chemical bonds

*Principal polarizability*

化学結合 Chemical Bonds	主分極率 $\times 10^{-28}$		
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$
C-C	9.7	2.6	—
C-H <i>Aromatic</i>	8.2	6.0	—
C=C (芳香性)	22.5	4.8	—
C=C (脂肪性) <i>Aliphatic</i>	29.0	10.7	—
C (芳香性)-C (脂肪性)	14.0	3.0	—
C=O	20.0	10.0	—
C-O	14.6	1.7	—
O-H	4.8	8.0	—
C-N	13.8	2.2	—
	123.1	63.5	123.1
	156.4	74.8	125.6
	189.7	86.1	150.1

$\alpha_1$ : polarizability in the direction parallel to chain of the chemical bond

$\alpha_2$ : polarizability in the perpendicular direction

$\alpha_3$ : polarizability in the direction perpendicular to the benzene ring